



Vol. 16 No. 1 (2020) Hal. 41-47
p-ISSN 1858-3075 | e-ISSN 2527-6131

POTENSI ENDAPAN EMAS YANG BERASOSIASI DENGAN STRUKTUR GEOLOGI DAERAH LIO TIMUR FLORES NUSA TENGGARA TIMUR

POTENTIAL GOLD DEPOSITS ASSOCIATED WITH THE GEOLOGICAL STRUCTURE OF THE EAST LIO REGION ENDE OF EAST NUSA TENGGARA

Huzaely Latief Sunan^{*1}, Septyo Uji Pratomo²

*Email: huzaely.sunan@unsoed.ac.id

¹Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto

²Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Gajah Mada, Jogjakarta

Abstrak — Pulau Flores merupakan salah satu pulau di Indonesia yang kaya akan potensi bahan tambang termasuk emas. Secara umum, potensi pertambangan di Pulau Flores cukup besar yang meliputi berbagai jenis galian Golongan A, B dan C. Untuk jenis galian Golongan A (emas), baru merupakan perkiraan karena belum dilakukan penelitian secara seksama. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui potensi endapan emas yang berasosiasi dengan struktur geologi. Metode yang digunakan berupa orientasi litologi dan struktur geologi, analisis XRF (*X - Ray Fluorescence*) dari sampel RC (*Rock Chip*) dan SS (*Stream Sediment*). Hasil pemrosesan data geokimia batuan dari data XRF terdiri dari unsur utama, unsur jejak, dan unsur tanah jarang memperlihatkan prospek mineral logam yang relatif kecil dengan mineral Au yang berkisar antara <0,005-0,011 ppm, yang cukup jauh dari nilai *cut off grade* Au. Sedangkan dari hasil orientasi litologi dan struktur geologi diduga model mineralisasinya adalah tipe *epithermal vein system*. Sistem ini dikontrol oleh struktur patahan dan kekar.

Kata kunci — Emas, struktur geologi, Ende.

Abstrak — Flores Island is one of the islands in Indonesia that is rich in potential mining materials including gold. In general, the mining potential on Flores Island is quite large, which includes various types of excavations, Group A, B and C. For types of Group A (gold) excavation, this is only an estimate because careful research has not been done. The purpose of this study is to know the potential of gold deposits associated with geological structures. The method used is in the form of lithology orientation and geological structure, XRF (*X-Ray Fluorescence*) analysis of RC (*Rock Chip*) and SS (*Stream Sediment*) samples. The results of the processing of rock geochemical data from XRF data consisting of the main elements, trace elements, and rare earth elements show the prospect of relatively small metal minerals with Au minerals ranging from <0.005-0.011 ppm, which is quite far from the *cut off grade* Au. Whereas from the results of lithology orientation and geological structure it is assumed that the mineralization model is an *epithermal vein system* type. This system is controlled by fracture and rigid structures.

Key Word — Gold, geological structure, Ende.

I. PENDAHULUAN

Endapan mineral merupakan akumulasi atau konsentrasi dari satu atau lebih substansi bermanfaat yang biasanya jarang terdistribusi di kerak luar [1]. Emas merupakan unsur yang bernilai jual tinggi. Selain digunakan untuk cadangan devisa dan standar moneter di banyak negara, emas juga digunakan dalam industri, seperti perhiasan, uang koin, dan pelapis logam pada bidang antariksa. Sebagaimana

telah dibahas oleh para pakar Geologi terdahulu [2-4], rangkaian gunung api yang berasal dari busur magmatic Sunda-Banda yang membujur dari Pulau Sumatera, Pulau Jawa, Kepulauan Nusa Tenggara Timur dan berakhir di Kepulauan Banda, merupakan tempat kedudukan mineralisasi logam dasar yang sangat potensial di Indonesia.

Indonesia merupakan salah satu negara yang mempunyai potensi endapan emas yang cukup besar, beberapa tambang emas kelas dunia terdapat di

Indonesia. Kegiatan eksplorasi emas terus dilakukan di Indonesia karena masih banyak daerah yang belum terjamah. Pulau Flores merupakan salah satu pulau di Indonesia yang kaya akan potensi bahan tambang termasuk emas. Secara umum, potensi pertambangan di Pulau Flores cukup besar yang meliputi berbagai jenis galian Golongan A, B dan C. Untuk jenis galian Golongan A (emas), baru merupakan perkiraan karena belum dilakukan penelitian secara seksama.

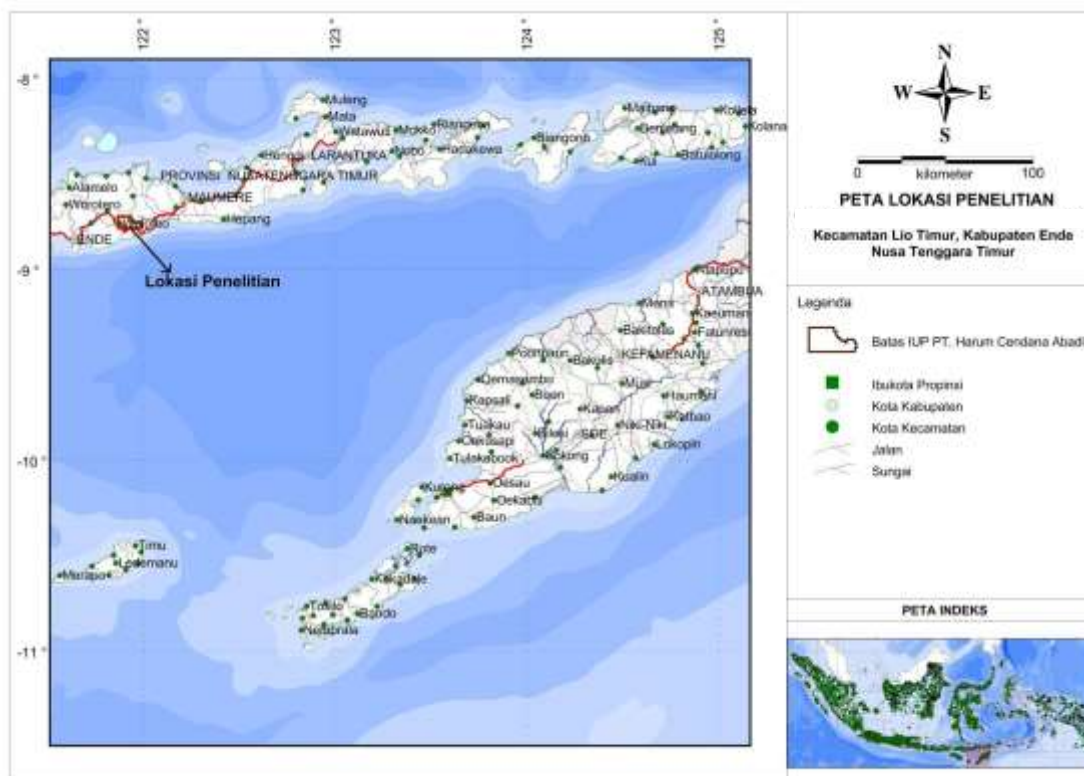
Kabupaten Ende adalah sebuah kabupaten di Pulau Flores, Provinsi Nusa Tenggara Timur, Indonesia. Merupakan satu dari 20 kabupaten/kota yang terbagi menjadi 20 kecamatan. Secara astronomis, Kabupaten Ende terletak pada $8^{\circ}26'24,71''\text{LS} - 8^{\circ}54'25,46''\text{LS}$ dan $121^{\circ}23'40,44''\text{BT} - 122^{\circ}1'33,3''\text{BT}$ (Gambar-1). Bagian Utara Kabupaten Ende berbatasan dengan Laut Flores di Nangaboa dan Ngalu Ijukate, sebelah selatan Kabupaten Ende berbatasan dengan Laut Sawu, Nangaboa dan di Ngalu Ijukate, serta sebelah timur Kabupaten Ende berbatasan dengan Kabupaten Sikka.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Daerah Wai Wajo Kabupaten Sikka terletak di sebelah timur kabupaten Ende telah banyak diteliti oleh Direktorat Sumberdaya Mineral pada tahun

1999 dan tahun 2002 [5]. Hasil dari penelitian menyimpulkan bahwa daerah Wai Wajo mengindikasikan adanya zona-zona mineralisasi. Indikasi ini diperoleh dari hasil analisis kimia batuan yang menunjukkan kandungan terbaiknya untuk logam Cu: 98480 ppm; Pb: 114 ppm; Zn: 18980 ppm; Mn: 2129 ppm; Mo: 20 ppm; Au: 530 ppb; Ag: 12 ppm dan As: 530 ppm. Selain itu hasil dari parit uji sepanjang 50 meter di Lowo Deba menunjukkan kadar 1 m @ 50 ppb Au; 6980 ppm Cu dan di parit uji Lowo Diang Gajah menunjukkan kadar untuk 1 m @ 28 ppb Au dan 9391 ppm Cu. Berdasarkan hasil geokimia tanah yang diambil pada punggung dan spur-spurnya di daerah Feondari dan sekitarnya pada tahun 2002, bahwa ada zona anomali logam dasar dan emas di sekitar Lowo Deba, Feondari dan Lia Kutu (lowo Diang Gajah) dengan nilai Au: 3 ppb dan Cu: 28,7 ppm. Berdasarkan hasil-hasil temuan tersebut, dari tatanan tektonik dan geologi yang saling berdekatan, memungkinkan prospek yang sama terdapat pada daerah Lio Timur Kabupaten Ende. Sumber mineral berasal dari unsur-unsur dalam kerak bumi atau dapat juga berasal dari reaksi antara mineral di bawah keseimbangan heterogen [6].

Di daerah mineralisasi akan ada hubungan spasial antara struktur mayor dengan proses mineralisasi yang terjadi. Secara regional suatu sistem struktur di daerah *magmatic arcs* akan terbentuk adanya intrusi-intrusi baik yang mengisi daerah bukaan-bukaan



Gambar-1 Peta Lokasi Penelitian

yang ada maupun membentuk bukaan yang baru [7], menyatakan bahwa urat hasil tegasan dan urat hasil tarikan di lapangan dapat dibedakan, yaitu urat kuarsa hasil tegasan memiliki ciri pecah-pecah (*breciated*), kristal tidak baik, biasanya terbentuk mineral di bagian tengah atau tepinya dan urat hasil tarikan memiliki ciri kristal baik, membentuk struktur sisir (*comb structure*).

III. METODE

Metode yang digunakan berupa orientasi litologi dan struktur geologi antara lain:

- 1) Menentukan jenis dan penyebaran satuan batuan serta batuan ubahannya atau jenis alterasinya.
- 2) Menentukan struktur geologi terkait dengan keberadaan urat kuarsa (*quartz vein*) yang mengisi struktur-struktur rekahan (*fracture*) yang terbentuk yang terdapat di daerah penelitian.
- 3) Menentukan karakteristik dari mineralisasi mineral logam, khususnya emas dan tembaga melalui identifikasi tekstur dari urat yang terbentuk, identifikasi batuan serta mineraloginya dan analisis geokimia dari batuan (*rock chip*) pada urat kuarsa yang terpilih atau batuan teralterasi yang dianggap memiliki kandungan mineral ekonomis untuk dianalisis di laboratorium.

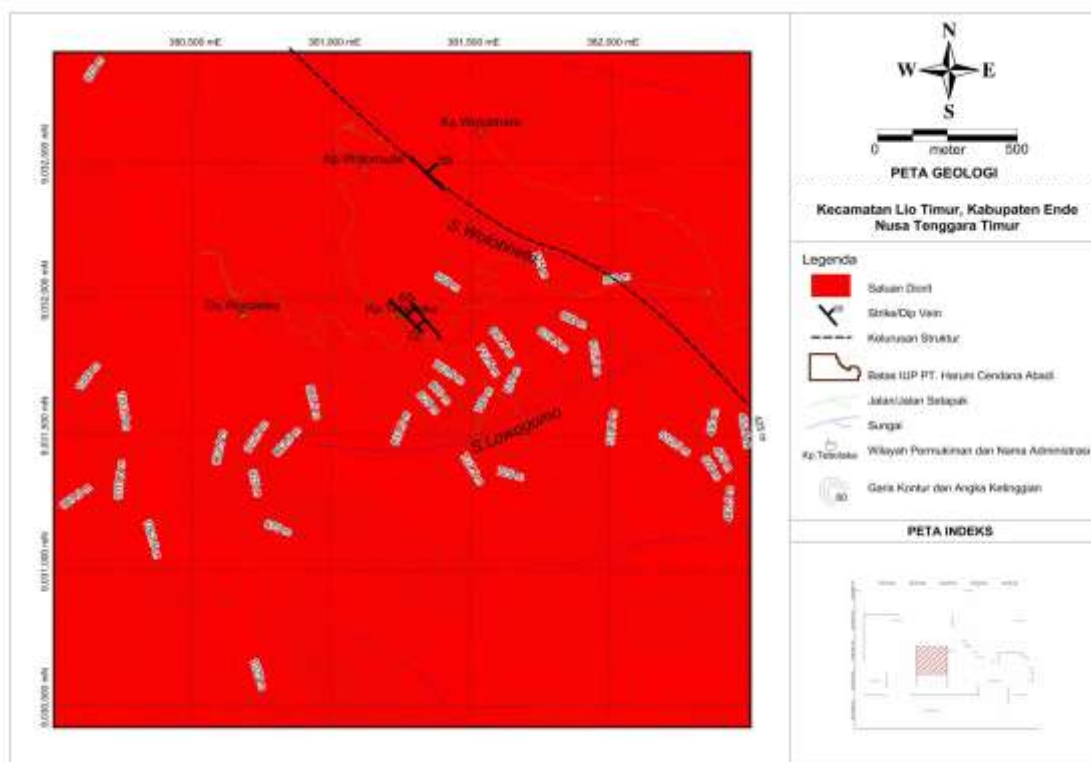
Sedangkan untuk analisis XRF (*X - Ray Fluorescence*) dari sampel RC (Rock Chip) dan SS (*Stream Sediment*) adalah sebagai berikut: pengambilan sampel *stream sediment* (SS) dilakukan pada sungai-sungai yang mengandung endapan sedimen lepas. Untuk pengambilan sampel RC dan RF lebih diutamakan pada singkapan batuan yang memperlihatkan adanya indikasi alterasi dan mineralisasi. Sehingga sampel yang dibawa akan lebih spesifik dan efektif untuk analisis laboratorium nantinya.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

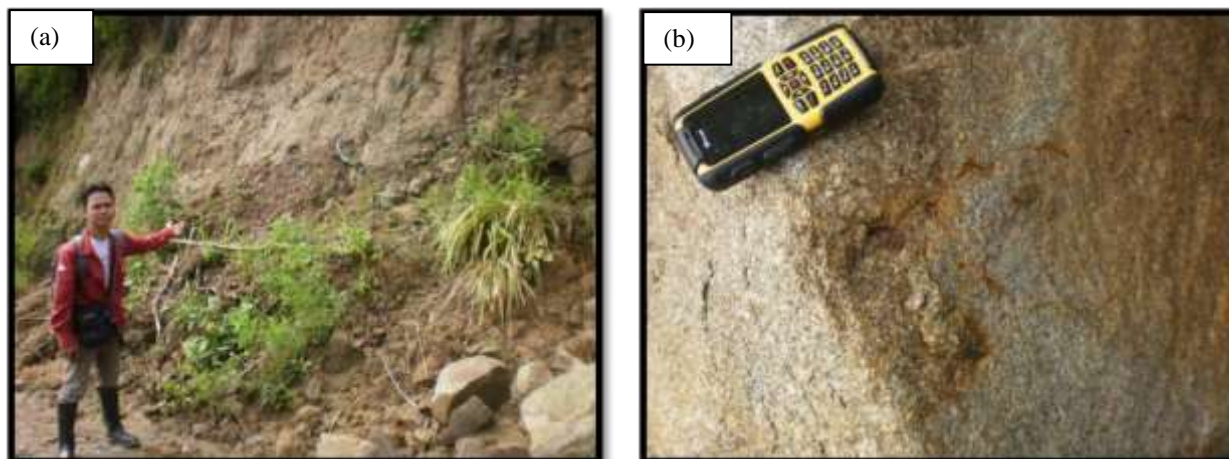
A. Geologi Daerah Penelitian

Magmatik daerah Flores memperlihatkan bahwa Pulau Flores merupakan suatu pulau yang muda yang diperkirakan terbentuk pada Miosen Tengah - Oligosen Atas [8].

Mengacu pada data lapangan yang diperoleh selama kegiatan lapangan berlangsung dan dituangkan pada peta geologi (Gambar-2), daerah Wololele'a, Kecamatan Lio Timur, Kabupaten Ende, Propinsi Nusa Tenggara Timur, dapat diketahui terdapat satu satuan batuan yaitu Satuan Diorit. Berdasarkan Peta Geologi Regional Lembar Ende [9], satuan tersebut dibandingkan dengan Granodiorit (Tmg) berumur Miosen Tengah yang menerobos Formasi Tanahau yang terdiri dari lava dasit, breksi tuf, lava riolit, tuf kaca.



Gambar-2 Peta Geologi Desa Wololelea Lio Timur



Gambar-3 (a) dan (b) Singkapan diorit dengan kondisi *altered-weathered* yang tersingkap di sepanjang jalan Detupera-Wololele'a (Satuan ini memiliki penyebaran cukup luas).

Kenampakan satuan diorit di lapangan memiliki kondisi berbeda dilihat dari derajat pelapukan dan tipe alterasi yang terdapat pada batuan. Diorit yang terdapat di daerah penelitian dengan kondisi *altered-weathered* (Gambar-3) memiliki penyebaran yang cukup luas, terutama di wilayah permukiman penduduk (Dusun Tebolaka, Dusun Wolobheto, dan Desa Wololele'a) yang relatif berada pada area dengan elevasi tinggi yang juga tersingkap di sepanjang jalan dari Detupera menuju Wololele'a, serta pada Sungai Lowogomo.

Diorit tersebut memiliki kenampakan warna putih kekuningan-kecokelatan, tekstur fanerik, kompak sedang-lapuk, terdapat batuan yang terlapukkan menjadi lempung, sebagian besar teroksidasi oleh limonit-hematit, mengalami alterasi silisifikasi dan argilik. Dijumpai adanya *veinlet* kuarsa yang mengisi kekar (Gambar-4).

Singkapan diorit dengan derajat pelapukan rendah (*fresh*) tersingkap di sepanjang Sungai Wolobheto. Diorit tersebut memiliki kenampakan warna abu-abu terang, tekstur fanerik, kompak-

kompak sedang, teroksidasi minor oleh limonit-hematit, mengalami alterasi silisifikasi dan propilitik. Dijumpai adanya *vein* dan *veinlet* kuarsa yang mengisi kekar. Di beberapa stasiun pengamatan tersingkap Satuan Diorit menerobos lava. Lava yang memiliki kesebandingan dengan Formasi Tanahau tersebut memiliki penyebaran yang setempat (*spotted*) saja, dikarenakan seluruh batuan yang terbentuk sebelumnya berupa lava sudah terintrusi oleh diorit dan kemudian terubahkan.

Satuan diorit tidak hanya menerobos lava saja, tetapi juga menerobos tuf yang masih merupakan bagian dari Formasi Tanahau. Hanya saja keterdapatannya di sini hanya sebatas *rock float* yang ditemukan di sepanjang Sungai Lowogomo dan tidak tersingkap secara baik.

Satuan diorit yang menerobos Formasi Tanahau diduga memiliki lebih dari satu kali periode intrusi. Dari kenampakan di lapangan, intrusi yang terjadi berikutnya adalah berupa intrusi granit yang memiliki bentuk berupa dike. Intrusi granit tersebut tersingkap di Sungai Wolobheto dan diduga menjadi



Gambar-4 Singkapan diorite dengan *veinlet* kuarsa yang mengisi kekar.



Gambar-5. Granit yang mengintrusi diorit dengan bentuk *dike*.
Tersingkap pada beberapa stasiun pengamatan di Sungai Wolobheto.

sumber panas (*hot source*) yang mempengaruhi tipe alterasi dan mineralisasi yang terjadi pada satuan diorite (Gambar-5).

B. Struktur Geologi Daerah Penelitian

Melihat dari keterdapatannya arah dominan *veinlets* dan vein pada daerah telitian, mineralisasi terkontrol oleh struktur. Adapun struktur yang didapat dari hasil analisa regional yaitu struktur sesar mendatar (Gambar-6). Sesar pada daerah telitian umumnya tergolong ke dalam sesar mendatar berarah NW-SE. Indikasi struktur pada daerah telitian hampir dijumpai di setiap sungai yang diamati, kenampakan indikasi seperti breksiasi, *tensional joint*, *shear fracture* (Gambar-4) dan juga keterdapatannya jeram-jeram di sepanjang sungai di daerah penelitian.

Selain dari indikasi tersebut, kelurusan sungai juga bisa digunakan sebagai indikasi yang berkorelasi dengan *veinlets-veinlets* kuarsa. Indikasi kuat adanya *veinlets* sistem ini yang mengisi *tensional joint*, berkorelasi langsung dengan adanya struktur sesar-sesar ini.

Struktur pada hasil pengamatan berada pada batuan diorit. Batuan diorit merupakan batuan yang terubah dan mengandung *veinlets-veinlets* kuarsa

dan vein kuarsa. Jaringan kekar yang berkembang merupakan jalan bagi *late magmatic* yang mengisi dan mengendapkan mineral-mineral bijih [11].

C. Alterasi dan Mineralisasi

Secara teoritis, zona alterasi dapat terjadi dalam bentuk geometri yang bervariasi baik bentuknya maupun luasannya, mulai dari yang berbentuk konsentris, linear, tak beraturan/*irregular*, dan berbentuk kompleks. Alterasi yang terdapat di lapangan antara lain alterasi propilitik, argilik, dan silisifikasi.

Alterasi propilitik tersebar di sepanjang Sungai Wolobheto, tampak terlihat jelas karena berada dalam kondisi batuan segar ditandai dengan munculnya klorit sebagai mineral penciri yang berupa spot-spot ataupun terdiseminasi (tersebar) pada batuan. Alterasi silisifikasi terlihat pada batuan dengan urat-urat kuarsa ataupun veinlet kuarsa yang berasosiasi dengan zona patahan. Hal ini dibuktikan dengan arah urat dan veinlet kuarsa yang memiliki arah strike dan dip yang relatif sama dengan pola kelurusan struktur yaitu arah NW-SE (Gambar-3). Dengan kata lain, saat terbentuknya zona lemah, larutan *hidrotermal* yang naik mengisi zona-zona lemah dan terbentuklah urat-urat kuarsa pada zona lemah tersebut. Alterasi argilik dicirikan dengan keterdapatannya mineral-mineral lempung, keterdapatannya alterasi argilik agak sulit ditentukan penyebarannya karena batuan yang tersingkap di permukaan pada daerah penelitian sebagian besar sudah terlapukkan menjadi lempung dalam kondisi *altered-weathered*, terutama Keterdapatannya urat kuarsa di lapangan dominan ditemukan dalam bentuk *veinlet* atau urat kuarsa halus yang mengisi kekar-kekar dan memiliki penyebaran cukup luas.

Kenampakan urat kuarsa signifikan yang memiliki tebal 22 cm berada pada lokasi HCA003. Sebagian besar urat-urat tersebut berada pada batuan



Gambar-6. Interpretasi keterdapatannya struktur geologi daerah penelitian.

yang lapuk dan teroksidasi oleh limonit atau hematit sehingga tidak tampak terlalu jelas mineralisasi logam. Urat kuarsa pada prinsipnya terbentuk oleh larutan yang mengisi rekahan, oleh sebab itu urat kuarsa akan mengikuti pola rekahan, bentuk urat dan impregensi digolongkan dalam *cavity filling*. Sedangkan pada cebakan yang mengisi rongga terjadi 2 proses yaitu pembentukan rongga dan pengisian larutan [11]. Pada batuan yang lebih segar, hanya terlihat mineralisasi logam berupa *disseminated pyrite*, yaitu pada batuan diorit yang tersingkap di Sungai Wolobheto, lalu mineralisasi logam berupa *spotted pyrite* dan *spotted chalcopyrite* yang terdapat pada batuan diorite tersilisifikasi yang tersingkap di Sungai Lowogomo. Proses yang menyebabkan terbentuknya alterasi ini dapat ditinjau pada jenis alterasi yang dijumpai di lapangan serta tipe batuan terobosan yang menyertainya.

Dengan demikian, proses penyebab alterasi lebih mengarah kepada alterasi dengan proses *hidrotermal* dengan temperatur menengah hingga rendah, atau disebut juga tipe epitermal. Cebakan Cu-Au tipe epitermal biasanya berasosiasi dengan zona struktur baik berupa kekar maupun sesar. Larutan *hidrotermal* pada tipe ini dapat bersirkulasi sepanjang bidang lemah dan mengisi patahan dan kekar yang ada (Gambar-4). Batuan yang mengalami patahan dapat menjadi *host rock* yang baik yang dapat menjadi cebakan mineral di sepanjang zona patahan dan kekar tersebut. Proses *hidrotermal* yang terjadi dapat dijelaskan dalam Tabel Corbett & Leach yang menghubungkan antara mineral alterasi yang terdapat pada batuan, tipe alterasi dan temperatur serta pH yang mengarah kepada tipe cebakan Cu-Au yang terdapat di daerah penelitian [12].

Dari hasil analisis geokimia (Tabel-1) pada sampel-sampel di daerah penelitian, proses naiknya larutan *hidrotermal* terlihat cukup intensif, dibuktikan dengan kadar SiO₂ (lebih dari 55%) yang cukup tinggi, yang kenampakan di lapangan terlihat

pada alterasi silisifikasi [13]. Larutan *hidrotermal* yang naik ke permukaan secara umum memperlihatkan proses mineralisasi yang relatif kecil, dibuktikan juga dengan tidak dijumpainya mineral Pb, Zn, dan As. Sedangkan untuk mineral Au, hasil analisis memperlihatkan kadar Au yang sangat kecil, hanya berkisar antara <0,005-0.011 ppm. Nilai *cut off grade* dari Au bervariasi, untuk tipe porfiri *cut off grade*-nya ada pada kadar 1,2 - 1,5 ppm atau 1,2 – 1,5 gr/ton batuan, sedangkan untuk tipe epitermal berada pada kisaran 3,0 gr/ton batuan. Jika melihat pada kadar ekonomis Cu-Au untuk ditambang, maka kadar Cu-Au pada Desa Wololele'a, Kecamatan Lio Timur, jauh dari batas *cut off grade*. Secara umum dapat disimpulkan bahwa pada area ini tidak memiliki atau kecil sekali potensi logamnya, khususnya emas dan tembaga.

V. PENUTUP

A. Kesimpulan

- 1) Hasil analisis geokimia dan hasil pemetaan geologi permukaan, dapat diduga model mineralisasinya adalah tipe *epithermal vein system*. Sistem ini dikontrol oleh struktur patahan dan kekar.
- 2) Hasil analisis geokimia memperlihatkan prospek mineral logam yang relatif kecil dengan mineral Au yang berkisar antara <0,005-0.011 ppm, yang cukup jauh dari nilai *cut off grade* Au. Akan tetapi, hasil ini tidak cukup mewakili keseluruhan area penelitian karena berbagai keterbatasan, baik dari perencanaan, luasan area, maupun kedalaman analisis.

B. SARAN

Melakukan penelitian yang lebih detail dari segi geologi struktur dan alterasi mineralisasi dengan perencanaan yang lebih baik.

Tabel-1. Hasil analisis geokimia dari sampel daerah penelitian

Sample	Au1	Au2	Au3	Al ₂ O ₃	CaO	Cr ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	MgO	MnO	Na ₂ O	P ₂ O ₅	SiO ₂	TiO ₂
HCA-002-F	<0.005	-	-	4.79	4.15	<0.005	3.42	<0.01	0.66	0.308	<0.01	0.023	83.89	0.15
HCA-008-F	<0.005	<0.005	-	14.68	0.95	0.011	3.03	2.88	0.63	0.04	1.39	0.076	71.45	0.49
HCA-003-R	<0.005	-	-	7.44	4.05	<0.005	5.44	0.07	1.67	0.465	<0.01	0.052	77.58	0.35
HCA-004-R	0.008	-	-	14.7	1.15	<0.005	6.39	1.17	1.5	0.152	0.13	0.077	66.82	0.66
HCA-009-R	0.011	-	-	13.37	3.38	0.008	5.9	1.58	2	0.078	1.82	0.093	66.32	0.54
HCA-011-R	<0.005	-	-	15.4	3.35	0.017	7.51	0.68	1.8	0.161	0.11	0.099	63.17	0.61

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bateman AM. *Mineral Deposit 3rd edition*. New York: John Wiley and Sons. 1981.
- [2] Katili JA. Volcanism and plate tectonics in the Indonesia Island arc, *Tectonophysics*, 1975; 26: 165 – 188.
- [3] Hamilton W. *Tectonic of the Indonesian Region*. Washington: United State Government Office. 1979: 345.
- [4] Carlile JC, Mitchelle AHG. Magmatic arcs and associated gold and copper mineralization in Indonesia. *Journal of Geochemical Exploration*. 1994; 50: 91 - 142.
- [5] Franklin. *Inventarisasi Dan Eksplorasi Mineral Logam Di Kabupaten Sikka Dan Kabupaten Ende - Provinsi Nusa Tenggara Timur*. Nusa Tenggara Timur: Kolokium Hasil Kegiatan Inventarisasi Sumber Daya Mineral, Subdit. Mineral Logam. 2003.
- [6] Fyfe WS, Price NJ, and Thompson AB. *Fluids in the earth crust*. New York: Elsevier Scientific Publishing Company. 1978: 210-231.
- [7] Purwanto HS. *Pemineralan Emas dan Kawalan Struktur Pada Kawasan Penjom, Pahang Dan Lubok Mandi Terengganu, Semenanjung Malaysia*. Disertasi Doktor. Universitas Kebangsaan Malaysia: 2000.
- [8] Hendaryono. *Geologie de l'île de Flores, Apports a l'etude de la geodynamique de l'archipel indonesien oriental*. Resume Francais indonesien. 1999: 200.
- [9] Suwarna. *Peta Geologi Lembar Ende, Jawa Skala 1 : 100.000*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. 1989.
- [10] Widagdo A dan Setijadi R. Geomorfologi Sungai Klwing Daerah Bobotsari, Kabupaten Purbalingga, Jawa Tengah. *Jurnal Ilmiah Dinamika Rekayasa*, 2012; 8(2): 63-69.
- [11] Bateman AM *Economic Mineral Deposite*. New York: John Willey & Sons. 1950.
- [12] Corbett GJ dan Leach TM. *Southwest Pacific Rim Gold-Copper Systems*. Jakarta: Manual for an Exploration Workshop. 1996.
- [13] Cox D dan Singer.D. *Mineral Deposit Model: Washington, US: Geological Survey Bulletin*. 1986